



PERCEPÇÃO AMBIENTAL EM ESPAÇOS DE INFORMÁTICA EDUCATIVA

**Maria Fernanda de Oliveira Nunes (1); Bianca Polidoro de Oliveira Franco (2);
Monika Maria Stumpp (3); Givanildo Garlet (4)**

Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Caxias do Sul, Brasil – e-mail: (1) mfonunes@ucs.br; (2) bipfranco@gmail.com; (3) mkstumpp@terra.com.br; (4) ggarlet@ucs.br

RESUMO

Com a recente alteração nos ambientes de ensino, devido à inserção de equipamentos de informática, a exposição ao ruído passou a ser freqüente. Mesmo sendo considerado como um grande inconveniente, essa exposição ao ruído é decorrência de um avanço tecnológico, que também alterou significativamente as práticas pedagógicas. Parte-se de um problema, formulado a partir de observações iniciais: esforço vocal de professores, necessidade de acionamento de ventiladores em função do calor excessivo e as características construtivas destes espaços. Com a observação de alguns ambientes de informática educativa, pode-se notar que, apesar da adoção de um leiaute convencional em fileiras, o professor tem dificuldade de comunicação, com prejuízo na inteligibilidade da fala. Além disso, relatos referentes ao alívio auditivo sentido no momento em que os computadores são desligados indicam uma interferência do ruído nas atividades. O trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho do ambiente sonoro e térmico de espaços educativos com equipamentos de informática e comparar com grau de satisfação manifestado por alunos e professores. Foi realizada uma avaliação pós-ocupação de 3 salas com mesma característica construtiva, orientação solar, dimensões e quantidade de computadores. Foram realizadas medições de ruído, com medidor de nível de pressão sonora tipo 1, e medições simultâneas de temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa, com medidor portátil, com os computadores ligados e desligados. Esses dados foram confrontados com o estudo de satisfação dos usuários que utilizam o ambiente há, no mínimo, um ano. Os resultados indicam que o ruído emitido pela operação dos equipamentos de informática altera de modo significativo as características acústicas das salas, com o comprometimento das atividades escolares e, principalmente, o desempenho escolar dos alunos. Esta pesquisa revela a necessidade de se gerar recomendações para projetistas alertando sobre a importância de tratar de modo diferenciado os espaços de informática educativa.

Palavras-chave: ambientes de aprendizagem; acústica de salas de aula; informática educativa.

ABSTRACT

With the recent change in the teaching environments due to the use of information technology equipment, noise exposure has become frequent in these environments. Even being considered a big inconvenience, this noise exposure derives from a technological advance which has changed pedagogic practice meaningfully. This research has as a starting point a problem generated from early observation: teachers' vocal effort, the need to turn on fans because of excessive heat, and the building features of schools rooms. By observing some educational information technology environments, it is noticed that, despite the use of a conventional layout in rows, the teacher shows difficulty in communicating, which seems to lead to a loss in speech intelligibility. In addition, informal reports about the feeling of relief in the moment the computers are turned off seem to show an interference of the noise in the activities. This paper aims at evaluating the performance of sound and thermal environments in smart rooms and compare this conditions to the degree of satisfaction expressed by students and teachers. The study analyzed the post occupation evaluate of 3 rooms with the same building features, solar orientation, dimensions and number of computers. This data has been contrasted with the people who have been in the environment for at least 1 year. The results show that the noise from the information technology equipment changes the acoustic features of the rooms

meaningfully, compromising school activities and mainly the academic performance of the students. This research emphasizes the urge to develop specific guidelines for professionals who design smart rooms.

Keywords: learning spaces; classroom acoustics; instructional equipment.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as atividades em salas de aula podem contar com recursos multimídia que, em alguns casos, tornam a explanação dos professores mais interessante. Em muitas salas é possível o uso de recursos como projetores, computadores, sistemas de som, e outros equipamentos, que geram ruído e calor de maneira constante.

O espaço físico dos ambientes de aprendizagem foi concebido, em sua maioria, para aulas expositivas, considerando uma turma disciplinada, ou seja, o professor como um locutor e os alunos como ouvintes. Com essa dinâmica alterada, tornam-se fundamentais as mudanças na organização do espaço.

Mir e Abdou (2005) realizaram um estudo na Arábia Saudita sobre o ruído gerado pelos equipamentos de informática em *smart classrooms* e detectaram uma grande alteração na qualidade sonora desses ambientes. Foram realizadas medições sonoras em 4 salas com os equipamentos ligados e desligados e verificadas diferenças no incremento do ruído de fundo entre 3 e 10 dBA. Segundo os autores, essas alterações comprometem a inteligibilidade da fala, prejudicando a comunicação oral entre alunos e professores.

Sottek e Buchcik (2005) analisaram o ruído produzido por PCs para detectar as principais fontes sonoras destes equipamentos. Nesse estudo os autores apontaram os ventiladores das CPUs com a mais intensa emissão sonora com, aproximadamente, 20 dBA acima dos demais componentes. Esses ventiladores são localizados, geralmente, na parte de trás da CPU e, dependendo da distribuição dos equipamentos no espaço, o impacto sonoro nos usuários pode ser considerável.

Em algumas instituições são utilizadas mesas com divisórias baixas, que funcionam como barreiras ao ruído. No entanto, Tajra (2001) considera o uso dessas divisórias inadequado do ponto de vista pedagógico, pois é recomendável que o professor tenha uma visão ampla da turma e que os alunos possam interagir no espaço físico.

Essa pesquisa parte da constatação de problemas formulados a partir de observações iniciais: esforço vocal de professores, necessidade de acionamento de ventiladores em função do calor excessivo e as características construtivas inadequadas destes espaços.

2 OBJETIVO

O trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho do ambiente sonoro e térmico de espaços educativos com equipamentos de informática e comparar com grau de satisfação manifestado por alunos e professores.

3 MÉTODO

A avaliação foi realizada nas três salas do Laboratório de Informática do Campus 8 da Universidade de Caxias do Sul que são utilizadas regularmente para aulas e uso livre de alunos de cursos de graduação.

O prédio está localizado fora do perímetro urbano, sem exposição ao ruído do tráfego de veículos ou outras fontes sonoras significativas.

As três salas possuem as mesmas características: área de 60m², orientação solar leste e estão localizadas em pavimento intermediário, sem contato externo de piso e cobertura. Cada sala possui 4 ventiladores de teto e as paredes externas são de alvenaria de tijolos de 30 cm e as internas, de 15 cm.

A capacidade de ocupação das salas é limitada até 20 alunos, sendo um computador para cada aluno durante as aulas. A figura 1 mostra a localização das salas no primeiro pavimento do prédio.

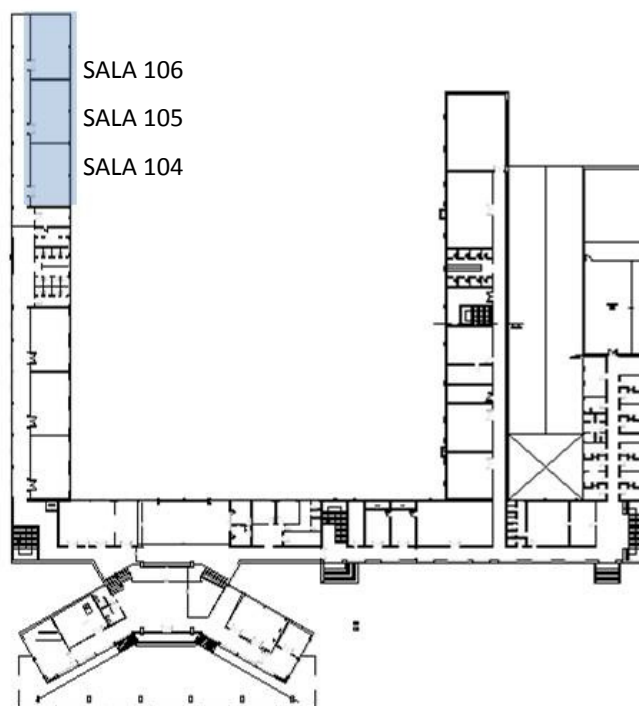


Figura 1 – Localização das salas no prédio do Campus 8.

3.1 Medições de ruído

O equipamento utilizado foi um medidor de nível de pressão sonora, tipo 1, marca QUEST, modelo 1900, com microfone original da marca B&K, onidirecional de ½ polegada. O equipamento foi fixado sobre tripé, a 1,20m do piso, com informações sonoras geradas em LAeq com integração de 1 segundo, Lmax e Lmin. A faixa de medição selecionada foi entre 20 e 80 dBA.

Inicialmente, foi feita uma medição piloto em 8 pontos de uma das salas, mas devido à restrição de espaço entre o mobiliário o número de pontos foi reduzido para 2.

As medições foram realizadas sem a presença dos usuários, com as janelas fechadas e em dois locais representativos da percepção sonora de alunos e professores. A figura 2 mostra um esquema da localização do equipamento: centralizado em relação aos alunos (ponto 1) e próximo à tela de projeção, na posição do professor (ponto 2).

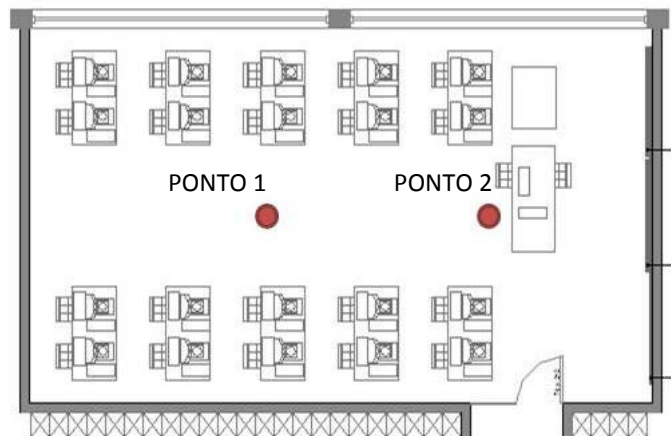


Figura 2 – Localização do medidor de nível de pressão sonora nas salas.

Foram realizadas medições de ruído em 3 situações:

- computadores desligados: para caracterizar o ruído de fundo;
- computadores ligados: para verificar a contribuição no ruído de fundo e
- computadores e ventiladores ligados: para verificar os níveis sonoros na situação de verão.

3.2 Medições de temperatura

As medições simultâneas de temperatura do ar, temperatura de globo e umidade relativa foram feitas com o medidor portátil QT-36, marca Quest, com 3 sensores localizados no centro de cada sala. O equipamento foi colocado sobre tripé a 1,20m do piso.

Inicialmente foram realizadas 3 medições simultâneas com duração de 48h, durante os finais de semana, para verificar se existiam diferenças significativas entre as três salas, para posterior comparação. As diferenças encontradas foram inferiores a 1,2°C.

O equipamento foi programado para medições de 14 horas, das 8 às 22h, que corresponde ao tempo de ocupação das salas.

As medições ocorreram nos meses de setembro, outubro e janeiro, com a duração de 5 dias.

3.3 Questionários

O questionário para essa pesquisa foi formulado com o intuito de identificar o grau de satisfação de alunos e professores, em relação aos ambientes de informática. Foram elaboradas questões fechadas com escala de 5 pontos, com a possibilidade de manifestação de indiferença, (ótimo, bom, regular, ruim e péssimo) relacionadas aos parâmetros conforto lumínico, térmico e acústico. Para interpretação dos resultados foi adotado o seguinte critério: ótimo e bom como indicativo de satisfação e ruim e péssimo de insatisfação.

O tamanho da amostra, para os questionários aplicados aos alunos, foi calculado considerando a população finita de 1.200 alunos, com nível de confiança de 95%, com dois desvios, e um erro tolerado de 5%.

Inicialmente foi realizada uma amostra piloto com 50 alunos e verificado o percentual de 37% de manifestação de satisfação. No entanto, a amostra foi ampliada, admitindo-se o valor de $p = 50\%$.

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q} \quad (\text{eq.1})$$

n – tamanho da amostra;

σ^2 – nível de confiança escolhido;

p – porcentagem com o qual o fenômeno se verifica;

q – porcentagem complementar;

N – tamanho da população;

e^2 – erro máximo permitido.

Desta forma, foi estipulado o número mínimo de 84 questionários que foi ampliado para 112 em função da disponibilidade dos alunos em participarem da pesquisa. Os questionários foram aplicados pelos pesquisadores, durante o período de aula, nos meses de novembro e dezembro de 2007, por alunos e professores que freqüentam o Campus, no mínimo, há 1 ano.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Medições de ruído

Os resultados indicaram um impacto significativo dos computadores no ambiente sonoro das salas. Conforme os resultados expostos nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, o baixo nível de ruído com os equipamentos desligados caracterizam um local silencioso, como uma situação acústica ideal para atividades acadêmicas. No entanto, com os computadores ligados foram verificadas diferenças de até 27,9 dBA no ponto da sala 106 e, com o acionamento dos ventiladores, 36,1dBA no ponto 1 da sala 106.

Tabela 1 – Resultados da medição de ruído na sala 104

	Ponto 1			Ponto 2		
	D	C	V	D	C	V
Leq (dBA)	31,3	54,5	65,0	30,5	54,1	64,2
Lmax (dBA)	32,6	59,6	65,5	32,3	58,2	64,9
Lmin (dBA)	30,7	53,4	64,5	30,7	53,4	63,9

Nota: D significa com os equipamentos desligados; C, com os computadores ligados; V, com os computadores e ventiladores ligados.

Tabela 2 – Resultados na medição de ruído na sala 105

	Ponto 1			Ponto 2		
	D	C	V	D	C	V
Leq (dBA)	33,1	51,7	65,7	32,6	51,8	65,4
Lmax (dBA)	34,4	52,2	66,2	34,3	52,3	66,2
Lmin (dBA)	32,5	51,3	65,3	32,1	51,5	65,1

Nota: D significa com os equipamentos desligados; C, com os computadores ligados; V, com os computadores e ventiladores ligados.

Tabela 3 – Resultados na medição de ruído na sala 106

	Ponto 1			Ponto 2		
	D	C	V	D	C	V
Leq (dBA)	29,5	56,4	64,9	28,4	56,2	64,1
Lmax (dBA)	30,8	58	65,5	30,2	57,5	64,9
Lmin (dBA)	28,8	56,1	64,9	28	55,9	63,7

Nota: D significa com os equipamentos desligados; C, com os computadores ligados; V, com os computadores e ventiladores ligados.

Tabela 4 – Média dos valores das medições de ruído nas três salas.

	Ponto 1			Ponto 2		
	D	C	V	D	C	V
Leq (dBA)	31,3	54,2	65,2	30,5	54,0	64,6
Lmax (dBA)	32,6	56,6	65,7	32,3	56,0	65,3
Lmin (dBA)	30,7	53,6	64,9	30,1	53,6	64,2

Nota: D significa com os equipamentos desligados; C, com os computadores ligados; V, com os computadores e ventiladores ligados.

Os aumentos no nível de ruído são superiores aos encontrados por Mir e Abdou (2005) e pode-se relacionar essa diferença a dois possíveis fatores: localização da CPU e tipo de microcomputador.

Durante este estudo as CPUs ficaram sobre a mesa, ao lado do monitor e com maior exposição do ventilador ao ambiente. Na pesquisa de Mir e Abdou (2005) as CPUs estão sob as mesas, que, neste caso, funcionam como proteções acústicas.

Outro fator que pode ter contribuído para a grande diferença de níveis sonoros seria o tipo de máquina. Teoricamente, microcomputadores mais novos produziram menos ruído, assim como processadores menos potentes. Os microcomputadores que compõem as salas deste estudo são destinados aos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Tecnologias Digitais, entre outros, que exigem o uso de softwares que requerem processadores potentes.

Os valores encontrados estão acima dos limites estipulados pela NBR 10152 (ABNT, 1987) para salas de aula e laboratórios, entre 40 e 50dBA.

Deve-se considerar que as medições não incluem o som emitido pela presença e atividade dos usuários que são a principal fonte sonora nos ambientes de aprendizagem. Estudos anteriores (NUNES, 2005) mostram que uma atividade calma dentro de uma sala de aula pode representar um incremento entre 8 e 10 dBA no ruído de fundo.

4.2 Medições de temperatura

As três salas possuem diferenças na sua ocupação e isso refletiu nos valores encontrados nas medições realizadas durante a presença dos usuários. A sala 105, localizada entre as outras duas, tem aula somente às quintas-feiras, com turmas de 15 alunos e nos outros dias é ocupada por um número maior

de usuários. Nas outras salas o número de alunos é menor e o tempo de uso dos computadores é controlado pelos horários das aulas.

Os valores encontrados indicam diferenças entre 0,4 e 1,4°C no aumento da temperatura do ar, comparando-se as médias diárias. A temperatura de globo registrou diferenças de até 2,3 °C entre a sala com maior uso e as outras duas.

O resultado mais significativo foi relativo a umidade relativa que teve um aumento médio de 15%, comparando-se as situações de maior e menor uso.

4.3 Avaliação da satisfação

Os resultados indicaram que a maioria dos alunos que compuseram a amostra considera que o conforto térmico no inverno é satisfatório e, no verão, insatisfatório (Figura 3). Essa mesma manifestação foi feita por parte dos professores que consideraram o conforto térmico no verão como “péssimo”.

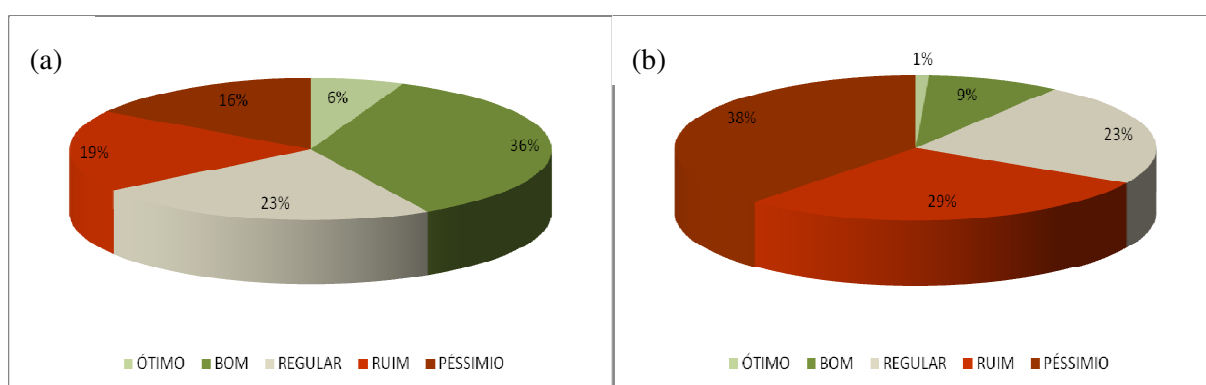


Figura 3- Gráfico da avaliação do conforto térmico por parte dos alunos no (a) inverno e (b) verão.

A partir dos resultados, pode-se indicar que o ruído durante as aulas foi considerado como um fator determinante da qualidade dos ambientes, pois a maioria dos respondentes classificou o ruído durante as aulas como regular (Figura 4). Essa situação pode indicar possível insatisfação com o ambiente sonoro, considerando-se que o “regular” possui tendência de ser interpretado como negativo, por ser uma alternativa dúbia. Os professores também foram questionados se sentem dificuldade em obter a atenção dos alunos durante as aulas e afirmaram que utilizam o projetor multimídia como recurso para manterem a turma mais concentrada.

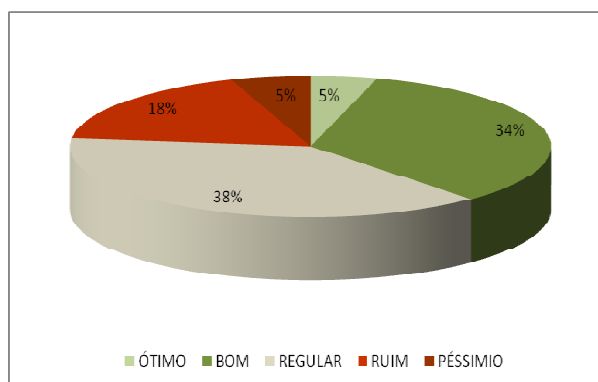


Figura 4 – Gráfico da avaliação do ruído por parte dos alunos durante as aulas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A associação entre as medições e avaliação dos usuários contribuiu para o entendimento da percepção que os usuários têm sob determinadas condições de conforto ambiental.

Os dados coletados com os questionários indicaram que para a maioria dos usuários respondentes as 3 salas apresentam boa condição de conforto térmico no inverno e má condição, durante o verão. As respostas relativas ao conforto acústico apontam para necessidade de ampliação da pesquisa, pois a maioria indicou a sala como “regular”, possibilitando uma interpretação incerta. No entanto, as medições de ruído apontam para falta de qualidade sonoras desses locais.

O ruído provocado pela operação dos PCs em Laboratórios de Informática, ou salas similares, é contínuo e inerente ao avanço tecnológico do uso da tecnologia nas práticas pedagógicas. Logo, deve-se considerar não somente o problema do ruído externo, mas também o ruído das máquinas que, atualmente, fazem parte das atividades acadêmicas. Esse problema pode ser atenuado com a colocação das CPUs sob as mesas, mas é importante que nos ambientes destinados à aprendizagem seja considerado o ruído contínuo emitido pelos equipamentos de informática na contribuição no ruído de fundo.

Os usuários apontaram que o conforto térmico no verão é insatisfatório e, apesar de algumas instituições poderem instalar condicionamento artificial, ressalta-se a importância do projetista considerar a eficiência energética com a diminuição dos custos operacionais das instalações.

6 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Níveis de ruído para o conforto acústico – Procedimento. **NBR 10152**. Rio de Janeiro, 1987.

MIR, Sabeer H.; ABDON, Adel A. **Impact of Educational Equipment Noise on Smart Classroom Acoustics**. In: Inter-noise 2005. Anais do Inter-noise 2005.

SOTTEK, R.; BUCHCIK, C. **PC Noise Prediction Using a Noise Synthesis Technology**. In: Inter-noise 2005. Anais do Inter-noise 2005.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na educação**. São Paulo: Érica, 2001.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a FAPERGS pelo apoio financeiro através da concessão de Bolsa de Iniciação Científica.